

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПЕРИКЛАЗОУГЛЕРОДИСТЫХ БЕТОНОВ ДЛЯ ФУТЕРОВКИ СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ

Волгутов А.М., Хафизова А.Р.

УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

khafizova.alina@urfu.ru

Аннотация. Актуальной проблемой предприятий черной и цветной металлургии является снижение удельного расхода огнеупорных изделий на тонну получаемой продукции. Среди факторов, существенно уменьшающих удельный расход в производстве стали, можно выделить использование/полную замену штучных формованных изделий неформованными материалами. Таким образом, целью данной работы является исследование возможности получения новых периклазоуглеродистых бетонов на основе гидравлических вяжущих для футеровки сталеразливочного ковша.

В данной работе изучен опыт получения периклазоуглеродистых бетонов. Доказана возможность использования периклазового сырья в качестве заполнителя для производства низкоцементных периклазоуглеродистых бетонов на гидравлических вяжущих. Подобраны типы ввода углеродистого компонента в матрицу магнезильного бетона. Одним из перспективных направлений дальнейших исследований является разработка концепции низкоуглеродистых периклазовых бетонов с использованием ультрадисперсных углеродистых материалов с высокой степенью совершенства кристаллической структуры.

Ключевые слова: Сталеразливочный ковш, футеровка рабочего слоя, магнезиальный бетон, реология бетона, минеральные добавки, гидравлическое вяжущее, периклазоуглеродистый бетон.

THE NEW PERICLASE-CARBON CASTABLES DEVELOPMENT FOR STEEL-LADLE LINING

Volgutov A., Khafizova A.

Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,
Ekaterinburg, Russia

Abstract. An urgent problem of ferrous and non-ferrous metallurgy enterprises is the specific consumption reduction of refractory products per ton of production. Among the factors that significantly reduce the specific consumption in steel production, one can single out the use / complete replacement of piece molded products with unshaped materials. Thus, the current work purpose is magnesian-carbon concrete obtaining possibility study based on hydraulic binders for lining a steel teeming ladle.

The magnesian-carbon concretes obtaining experience was studied. The possibility of using periclase raw materials as a filler for the production of low-cement magnesia concrete on hydraulic binders has been proved. A carbon component input types were selected for castables matrix introduction. One of the promising areas for further research is the low-carbon periclase concretes concept development using ultrafine carbon materials with a crystal structure perfection high degree.

Key words: Steel ladle, working layer lining, magnesia castable, castable rheology, mineral additives, hydraulic binder, periclase-carbon concrete.

Энерго- и ресурсосберегающая тенденция использования монолитной огнеупорной футеровки связано с тем, что неформованные огнеупоры превосходят формованные по таким показателям, как затраты на производство, эффективность укладки, долговечность, безопасность, расход материалов и т.д. Данное направление в полной мере оправдало себя в области алюмосиликатных огнеупорных материалов [1, 2], но в незначительной степени применяется к основным огнеупорам. С учётом последних достижений, полученных в области производства неформованных огнеупоров, задача по разработке магнезиально-углеродистых саморастекающихся бетонов становится всё более актуальной [3-6].

Для обеспечения конструкционных и функциональных свойств в качестве исходных материалов при производстве периклазоуглеродистого бетона должны использоваться плавленный периклаз и углеродсодержащий компонент с минимальным содержанием примесей, в первую очередь переходных металлов. Технологически давно известны неформованные огнеупоры на основе периклаза (как спеченного, так и плавленого) на гидравлических вяжущих. С учетом современного уровня техники и технологии огнеупорных материалов вполне возможна разработка периклазоуглеродистых огнеупорных бетонов по свойствам, сравнимых с качеством периклазоуглеродистых изделий.

В качестве исходных материалов в данной работе для разработки периклазоуглеродистого бетона использовали: плавленный периклаз марки DTMF 90 фр., мм: 3-1, 1-0,5, 0,063 производства ООО «Группа Магнезит»;

высокоглиноземистый цемент марки СА-270 производства компании «Almatis»; диспергирующая добавка марка LITHOPIX P5 «ZSCHIMMER & SCHWARZ», а также углеродистый компонент в виде ультрадисперсного синтетического углерода и природного чешуйчатого графита.

Для исследования были подготовлены 3 состава периклазоуглеродистых бетонов с использованием реологической добавкой Lithopix P5, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Составы периклазоуглеродистых бетонов с использованием крупнокристаллического графита и синтетического углерода

Компонент	Содержание, масс. %		
	Состав 1	Состав 2	Состав 3
MgO фракции 3-1 мм	35	35	35
MgO фракции 1-0,5 мм	24	22	22
MgO фракции менее 0,063 мм	23	23	23
СА-270	5	5	5
Lithopix P5	5	5	5
Синтетический углерод	8	-	6
Графит крупнокристаллический	-	10	4
Этиленгликоль	1	1,8	1,6
Вода, сверх 100%	9,6	12,7	9,6

Образцы в виде цилиндров высотой и диаметром 50 мм получали методом виброзаливки в разборные металлические формы в соответствии с ГОСТ Р 52541-2006. Бетонную смесь готовили смешением в лабораторном смесителе «Fountner VFM7B» в течение 5 – 7 мин последовательным смешением сухих компонентов и введением воды. Определяли индекс растекаемости массы.

Образцы формовали с помощью вибрации в металлических разъемных формах. Полученные образцы выдерживали в формах в течение 24 часов, распалубливали и выдерживали во влажной атмосфере в течение ещё 48 часов. После твердения образцы термообработывали при температурах, °С: 110, 600, 1100 и 1400 в лабораторных муфельных печах. После термообработки образцы охлаждали до температуры окружающей среды. Далее для получения необходимых сведений об исследуемых огнеупорных бетонах определялось: консистенция смеси, открытая пористость, кажущаяся плотность,

водопоглощение и механическая прочность были определены кажущаяся плотность, открытая пористость, водопоглощение, предел прочности при сжатии.

Полученные свойства исследуемых составов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Свойства полученных образцов

Свойства	Содержание в составе №, мас. %		
	1	2	3
При $T_{обр} = 110\text{ }^{\circ}\text{C}$			
Водопоглощение, %	6,6	14,7	7,7
$P_{отк}$, %	20,8	36,9	25,6
$\rho_{каж}$, г/см ³	3,12	2,5	3,28
ИР, %	40	10	20
$\sigma_{сж}$, МПа	8,1	-	4,0
При $T_{обр} = 600\text{ }^{\circ}\text{C}$			
Водопоглощение, %	7,8	13,5	8,7
$P_{отк}$, %	24,1	39,3	28,1
$\rho_{каж}$, г/см ³	3,11	3,1	2,95
$\sigma_{сж}$, МПа	5,1	-	3,0
При $T_{обр} = 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$			
Водопоглощение, %	8,5	14,5	9,5
$P_{отк}$, %	28,0	41,7	30,4
$\rho_{каж}$, г/см ³	3,0	2,45	2,89
$\sigma_{сж}$, МПа	4,8	-	2,7
При $T_{обр} = 1400\text{ }^{\circ}\text{C}$			
Водопоглощение, %	8,6	-	9,5
$P_{отк}$, %	28,1	-	29,1
$\rho_{каж}$, г/см ³	3,0	-	2,77
$\sigma_{сж}$, МПа	3,1	-	1,0

Для более наглядного сравнения полученных показателей предела прочности при сжатии и открытой пористости бетонов периклазоуглеродистого состава были построены графики (рисунок 1 и 2):

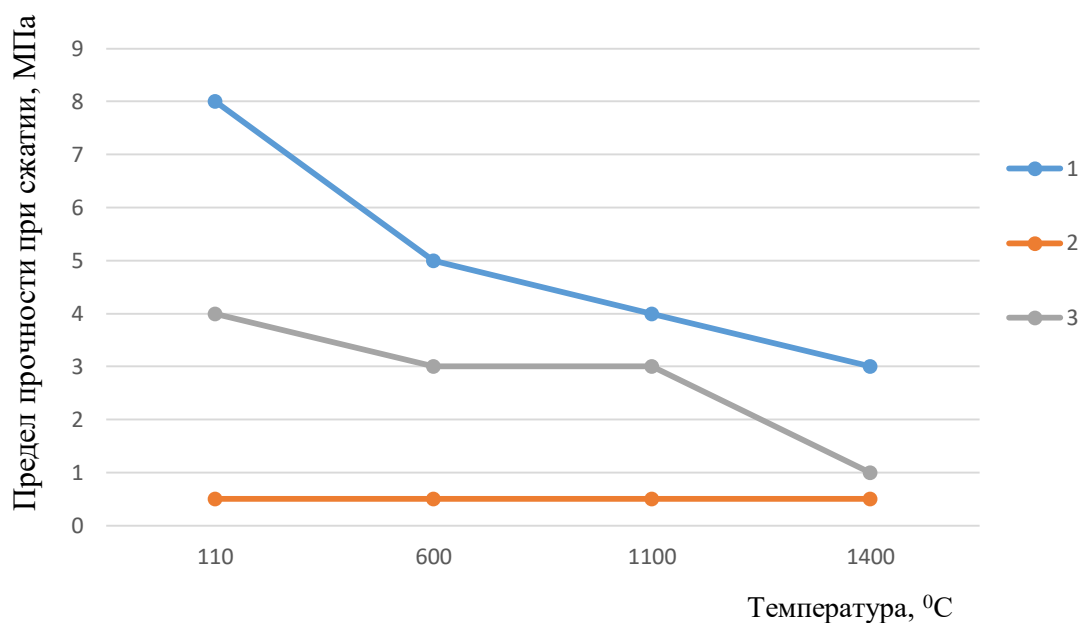


Рисунок 1 – Изменение предела прочности при сжатии исследованных составов с добавками ультрадисперсного синтетического углерода (1), природного чешуйчатого графита (2) и смеси вышеуказанных материалов (3).

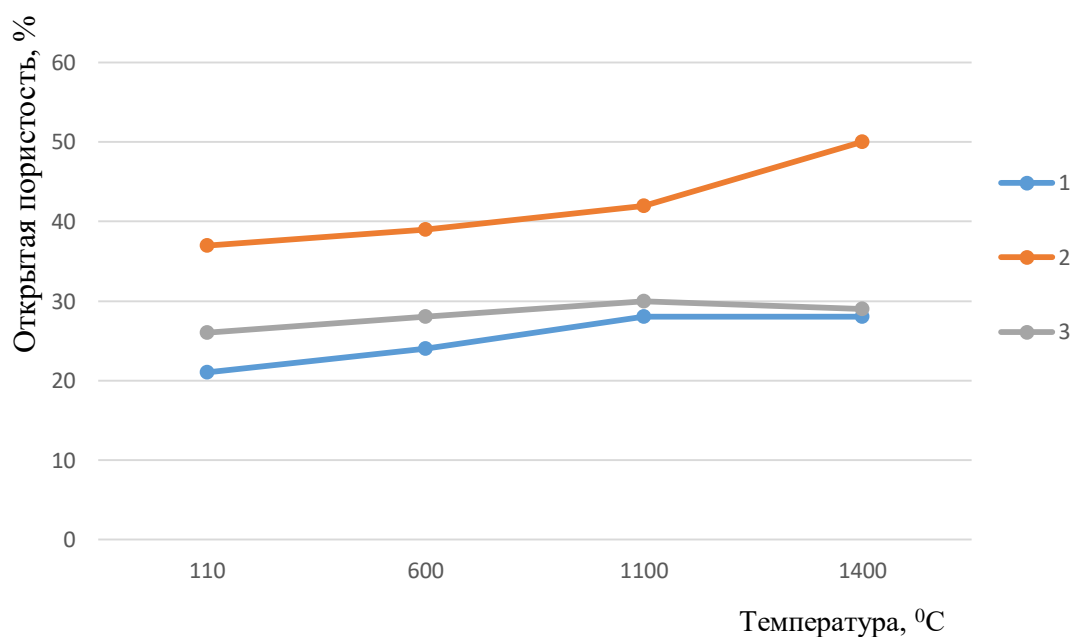


Рисунок 2 – Изменение открытой пористости исследованных составов с добавками ультрадисперсного синтетического углерода (1), природного чешуйчатого графита (2) и смеси вышеуказанных материалов (3).

В ходе исследования доказана возможность использования периклазового сырья в качестве заполнителя для производства низкоцементных периклазоуглеродистых бетонов на гидравлических вяжущих. Было разработано

несколько составов с использованием крупнокристаллического чешуйчатого графита и синтетического углеродистого материала. По результатам исследования данных пришли к выводу, что при введении углерода водопотребность смеси варьируется в пределах от 6,6 до 9,6-12,7 %, что предположительно приводит к снижению прочности, плотности и повышению пористости бетона. Поэтому для снижения количества вводимой воды, повышения механических и реологических свойств бетона необходимо исследовать составы с введением иных форм углеродистого компонента. Таким образом, одним из перспективных направлений дальнейших исследований является разработка концепции низкоуглеродистых периклазовых бетонов с использованием ультрадисперсных углеродистых материалов с высокой степенью совершенства кристаллической структуры.

Библиографический список

1. Воскобойников, В. Г. Общая металлургия /В. Г. Воскобойников, В. А. Кудрин, А. М. Якушев// - М.: Металлургия. – 1998. – 768 с.
2. Великин, Б. А. Футеровка сталеразливочных ковшей /Б. А. Великин, А. К. Карклит, С. В. Колпаков и др. // - М.: Металлургия. – 1990. – 248 с.
3. Головкин, А. Г. Новые решения для бесстопорной разливки стали: шибберные затворы, огнеупоры, технология// А. Г. Головкин, Е. И. Гордеев, В. И. Золотухин, Д. А. Проворов// Новые огнеупоры. – 2010. - № 10. – С. 3-6
4. Огнеупоры для промышленных агрегатов и топок: Справочное изд. В 2-х кн. Кн. 2. Служба огнеупоров /Под ред. И. Д. Кащеева// - М.: Интермет Инжиниринг. – 2000. – 663 с.
5. Салмаш, И. Н. Исследование напряженного состояния и прочности футеровки сталеразливочных ковшей / И. Н. Салмаш, А. Н. Смирнов // Металл и литье Украины. – 2010. —№ 9/10. — С. 48—54.
6. Очагова, И. Г. Совершенствование футеровки ковшей для разливки и внепечной обработки [Текст] / И. Г. Очагова // Новые огнеупоры. – 2007. – №3. –С. 17 – 18.